

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 41 90 521 C 1

21 Deutsches Aktenzeichen: P 41 90 521.0-31  
22 PCT-Aktenzeichen: PCT/CH91/00054  
23 PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 91/14350  
24 PCT-Anmeldetag: 11. 3. 91  
25 PCT-Veröffentlichungstag: 19. 9. 91  
26 Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 3. 3. 94

51 Int. Cl. 5:  
H 04 R 1/46  
H 04 R 17/02  
H 04 R 8/08  
// H 04 M 1/05

DE 41 90 521 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 34  
12.03.90 CH 784/90

73 Patentinhaber:  
Bolliger, Edwin, Zürich, CH; Meister, Erwin, Buchberg, CH

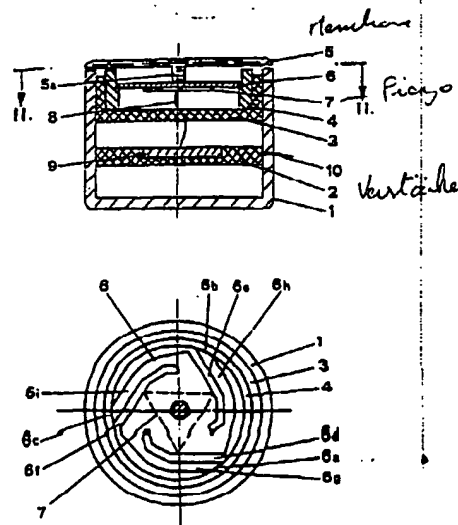
74 Vertreter:  
von Bezold, D., Dr. rer. nat.; Schütz, P., Dipl.-Ing.;  
Heusler, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 80335 München

72 Erfinder:  
gleich Patentinhaber

66 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckachriften:  
US 45 91 668  
US 23 11 416

54 Auf Körperschall ansprechendes Mikrofon

57 Bei einem auf Körperschall wirkenden Mikrofon (1-10), das im wesentlichen aus einer Mikrofonkapsel (1), einer körperseitigen Membrane (5), einem der körperseitigen Membrane (5) nachgeschalteten Wandler, mit oder ohne Verstärker (2)/Impedanzwandler (9) besteht, werden die von der körperseitigen Membrane (5) aufgefundenen Schwingungen, die von den Sprachlauten erzeugt werden, an eine der körperseitigen Membrane (5) nachgeschaltete Platte (6) weitergeleitet. In diese Platte (6) ist ein piezoelektrischer Resonator (7) integriert, der über die Platte (6) in Wirkverbindung mit einem aus der Membrane (5) hinausragenden Zapfen (6a) steht. Die Platte (6) ist so konzipiert und über einen Ring (4) und Isolationskörper (3) so verankert, daß die hohen Frequenzanteile aus den Sprachlauten, die einen kleinen Anteil des ganzen Spektrums ausmachen, im Sinne einer Wirkungsgraderhöhung hinsichtlich der Klangfarbe, bevorzugt werden.



DE 41 90 521 C 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein auf Körperschall ansprechendes Mikrofon gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1 oder 2. Mikrofone dieser Gattung sind aus der US-PS 4 591 668 bzw. aus der US-PS 2 311 416 bekannt. Die Erfindung betrifft auch eine Verwendung derartiger Mikrofone.

## Stand der Technik

Bei Hör-Sprech-Organen wird die Sprechfunktion nach bekanntgewordenem Stand der Technik mehrheitlich durch dynamische lärmkompensierte Mikrofone erstellt. Dies hängt im wesentlichen damit zusammen, daß diese Mikrofone mittlerweile einen guten Abschirmungsgrad gegen Umgebungsgeräusche bereitzustellen vermögen, und daß die Wiedergabe der Stimmlaute hinsichtlich Klangcharakter und Klangfarbe einen hohen Qualitätsstand erreicht hat. Dieses Leistungspotential setzt freilich voraus, daß die Handhabung dieser Mikrofone nach den an sich engtolerierten Bedienungsanweisungen geschieht. Indessen, es liegt auf der Hand, daß ein solcher als Mikrofonhalter dienender Vorbau im Bereich der Mundöffnung sich verschiedentlich als störend erweisen kann, denn vielfach ist erwünscht oder ist eine unabdingbare Bedingung, daß die vordere Gesichtshälfte von solchen Hilfsmitteln frei bleiben muß. Im Lichte dieser Tatsache ist immer wieder der Versuch unternommen worden, hiergegen mittels eines auf Körperschall wirkenden Mikrofon Abhilfe zu schaffen. Beim Einsatz von zum Stand der Technik gehörenden Kehlkopf-Mikrofonen ist indessen zu berücksichtigen, daß diese bereits auf Grund ihres Wirkungsortes, bezüglich des Auffanges der Sprachlaute, nicht ideale Verhältnisse vorfinden können: Betrachtet man die Qualität der Sprachlaute ab Kehlkopf, läßt sich leicht feststellen, daß der mittlere Anteil der dort freigesetzten Töne hoher Frequenzen bloß 20% des ganzen Spektrums ausmacht; der Anteil der Töne tiefer Frequenzen beträgt demgegenüber ca. 80%, was für eine präsenzstarke Wiedergabe der Sprachlaute zunächst schlecht ist. Es kommt hinzu, daß die physiologische Komponente im Kehlkopf, auch bei normaler Sprachstärke, hohe Geräuschanteile verursacht. Zwar wird der primäre Kehlkopfklang im stimmbildenden Teil dieses Organs (Glottis) soweit umgewandelt, daß daraus durch resonatorische Umformung eine klangmäßig unterscheidbare Stimme entsteht, die aber von der Klangfarbe her immer noch rudimentär ausfällt, denn bekanntlich erfolgt die Schlußmodellierung der Stimme in anderen sprachbildenden Organen (Zunge, Lippen, Unterkiefer, Gaumensegel, Zähne etc.), jeweils auf Grund der individuellen Beschaffenheit solcher Organe, was dann zu einem unterscheidbaren Stimmklang führt. Die bis heute bekanntgewordenen, auf Körperschall ansprechenden Mikrofone, vermögen hier nicht zufriedenstellende Abhilfe zu schaffen, weshalb der Einsatz von Lippenmikrofonen nach wie vor seine Berechtigung hat.

Im Lichte dieser Sachlage ist in der DE-PS 22 30 637 der Vorschlag beschrieben, das Auffangen der Sprachlaute anderweitig vorzunehmen: Mittels Einsatzes eines an sich voluminösen Tauchspulengradientenmikrofon wird der Abnahmsort der Sprachlaute in die Umgebung des Kiefergelenkknöchens verlegt. Diese Platzierung geht von der Überlegung aus, die Sprachlaute dort aufzufangen, wo sie körperschallmäßig größtmöglich ausmodelliert vorliegen. Zwar läßt sich damit hinsichtlich

Klangfarbe der wiedergegebenen Sprachlaute eine Qualitätsverbesserung erzielen, indessen, die Akzeptanz des hier vorgeschlagenen Mikrofon ist nicht zuletzt wegen seiner voluminösen Ausgestaltung sowie wegen der immer noch unerreichten Qualitätsvorstellung auf Seite des Benutzers nicht im erwünschten Masse erzielt worden.

Das aus der eingangs genannten US-PS 4 591 668 bekannte Körperschall-Mikrofon enthält als Wandler eine Platte, die einen integrierten piezoelektrischen Resonator aufweist und an verschiedenen diskreten Stellen direkt oder indirekt mit der Mikrofonkapsel verbunden ist und Einschnitte nahe den Verbindungsstellen aufweist. Diese Einschnitte sind so ausgebildet, daß sich ein allgemeines S-förmiges Band ergibt, dessen mittlerer Teil den Resonator trägt und dessen gegenüberliegende Enden an zwei diagonal gegenüberliegenden Punkten der Mikrofonkapsel befestigt sind. Erklärter Zweck dieser Gestaltung ist es, die wirksame Länge der so geschaffenen Membran zu vergrößern und dadurch ihre Eigenresonanzfrequenz herabzusetzen. Aus der US-PS 2 311 416, die ebenfalls bereits eingangs erwähnt wurde, ist es bekannt, den mechanisch-elektrischen Wandler als Induktionsspule auszubilden und seine schwingende Lagerung durch zwei parallele kreisrunde Platten oder Scheiben zu realisieren, die über ihren gesamten Umfang zwischen flächig anliegenden Ringen eingeklemmt sind. Von diesem Umfangsrand zu dem den Wandler haltenden Mittelteil führen bei jeder dieser Platten drei speichenähnliche Arme, die jedoch nicht radial, sondern gewunden verlaufen, um ihre Nähe und damit die Flexibilität der gesamten Halterung zu vergrößern.

Es wurde gefunden, daß bei allen diesen bekannten Körperschallmikrofonen der Abstand zwischen Stör- und Nutzsignal bei der Wiedergabe von aufgefundenen Sprachlauten nicht befriedigend ist. Wie weiter unten noch ausführlicher beschrieben wird, gibt es außerdem nachteilige, bisher nicht beherrschbare Schwingungen, die sich mit großer, für die mikrofonmäßige Übertragung nachteiliger Energie entlang den Stirnseiten der als schwingende Halterung verwendeten Platte fortpflanzen (Oberflächen-Übertragung) und die Übertragung der Sprachlaute beeinträchtigen, die vom körperschalligen Schallaufnehmer her empfangen werden.

## Aufgabe der Erfindung und Lösung

Es ist somit die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei einem Mikrofon der hier behandelten Gattung den Abstand zwischen Stör- und Nutzsignal bei der Wiedergabe von aufgefundenen Sprachlauten zu maximieren, unter gleichzeitiger Ausschaltung von Schallinterferenzen aus den Umgebungsgeräuschen. Die erfindungsgemäßen Merkmale zur Lösung dieser Aufgabe sind im Patentanspruch 1 bzw. im Patentanspruch 2 gekennzeichnet. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung, sowie eine Verwendung erfindungsgemäßer Mikrofone, sind in den nachgeordneten Patentansprüchen 3 bis 8 beschrieben.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß man die oben erwähnten Beeinträchtigungen der Schwingungsübertragung vermeiden kann, indem man eine Dreipunkt-Fixierung für die schwingende Platte vorsieht und dabei darauf achtet, daß die drei Fixierungspunkte möglichst die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden. Es wurde nämlich erkannt, daß die Neutralisierung der erwähnten von einem Punkt zum anderen wandernden Schwingungen umso größer ist, je

genauer die drei Fixierungspunkte einem gleichzeitigen Dreieck nahekommen.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist die mögliche Miniaturisierung des Mikrofons, die seine Verwendungsmöglichkeiten entscheidend zu erweitern vermag.

Um den Grundgedanken der erfindungsgemäßen Lösung und somit deren Qualität besser zu verstehen, wird es hilfreich sein, einige Gedanken zur Physik der Schwingungsübertragung bei Körperschallmikrofonen auszuführen:

Auf Körperschall wirkende Mikrofone, die im Bereich des Auslaufes des Jochbogens (arcus zygomaticus) oder im Bereich des Gelenkfortsatzes des aufsteigenden Kieferastes (processus condylaris mandibularis) placiert sind, vermögen eine qualitativ hochstehende Wiedergabe der dort aufgefundenen Sprachlaute zu erbringen, denn diese Abnahme betrifft Sprachlaute, die aus der Mundhöhle stammen, also aus einer Umgebung, wo die Stimme farblich ausgeformt ist, und von wo sie dann über den schädelseitigen Gehörgang zum äußeren Knochen des Gehörganges (os tympanicum) wandert, in dessen Bereich sich auch der Auslauf des Jochbogens und, nach unten anschließend, der Gelenkfortsatz des aufsteigenden Kieferastes befinden. Diese Abnahmorte stellen für ein auf Körperschall ansprechendes Mikrofon ein Optimum dar. Wird diese Konstellation mit dem erfindungsgemäßen Mikrofon gepaart, resultiert daraus der wesentliche Vorteil der Erfindung, der darin zu sehen ist, daß eine Anhebung des Frequenzganges im Sprechbereich festzustellen ist, welche eine qualitative Verbesserung der Wiedergabe bewirkt, dergestalt, daß mehr an hohen Tonfrequenzen bevorzugt werden, was die Präsenz der Sprache deutlich anhebt. Durch die Erfindung wird demnach mindestens die Wiedergabequalität eines Lippenmikrofons erreicht, insoweit, als die tiefen Frequenzöne und nasalen Durchsetzungen der Sprachlaute ausgefiltert, resp. unterdrückt werden, und der verhältnismäßig immer noch kleine Anteil an hohen Frequenzönen, aus obengenannten Gründen, spannungsmäßig maximiert wird.

Die Vorteile der Erfindung haben einen gemeinsamen Ursprung, der im engsten Zusammenhang mit der Aufbaukonzeption des Erfindungsgegenstandes selbst steht: So überträgt der piezoelektrische Resonator, und in analoger Weise das Induktionselement für jene Schwingungen auf den Verstärker, die transversal auf die Platte auftreffen. Während der piezoelektrische Resonator in der vorzugsweise aus einem metallischen Werkstoff bestehende Platte integriert ist, ist das Induktionselement dieser Platte in einem gewissen Abstand nachgeschaltet. Zur Platte selbst ist zu sagen, daß diese parallel zu einer vorgelagerten körperseitigen Membrane liegt, und gegenüber einer massenbildenden Umhüllung vorzugsweise eine Dreipunkt-Fixierung aufweist. Sonach vermögen Schwingungen, die außerhalb der genannten Ebene auf das Mikrofon auftreffen, die Wandler nicht zu beaufschlagen, wobei eine vorzugsweise aus einem Silikonmaterial bestehende Isolierung allgemeine Schallinterferenzen zu neutralisieren vermag.

In diesem Zusammenhang sei auf die geometrische Form der erwähnten Platte sowie auf die in dieser Platte, und wirkungsmäßig auf die Wandler, stattfindenden physikalischen Vorgänge hingewiesen: Die einschüssigen flächenhaftenden Schallgeber sind schwingende Membranen und Platten. Zwischen diesen besteht der gleiche Unterschied wie zwischen einer Saite und einem Stab. Eine Membrane ist physikalisch betrachtet ein so dünnes flächenhaftes Gebilde, daß sie einer Verbiegung kei-

nen Widerstand leistet, also keinen Widerstand mehr entgegensetzt; sie kann daher mechanische Schwingungen nur ausführen, wenn sie durch eine äußere Kraft straff gespannt wird, wie dies beispielsweise bei einer Trommel der Fall ist. Im Gegensatz dazu besitzt eine

Platte, infolge ihrer gegenüber einer Membrane größeren Dicke, so viel Biegeelastizität, daß sie ohne äußere Kräfte elastische Schwingungen ausführen kann. Von Bedeutung bei der hiesigen Betrachtung sind dabei freilich nur die Transversalschwingungen, auch Biegeschwingungen genannt, die die Platte in Schwingung bringen. An sich bräuchte eine Platte demnach gar nicht fixiert zu werden, um die erwünschten Wirkungen zu entfalten. Durch die Wahl einer bestimmten geometrischen Form der Platte sowie durch vorgegebene Anzahl

und Ort der Fixierungspunkte zwischen Platte und Außengehäuse läßt sich indessen das Klangbild einer mit Transversalschwingungen beaufschlagten Platte entscheidend verändern. Demnach, die gewählte geometrische Form der Platte und deren Fixierungskonstellation sind vornehmlich ein Maß dafür, wie regelmäßig die

Klangfiguren ausfallen. Durch Einwirkung auf diese Variablen läßt sich gewichtig das Klangbild verändern, d. h. damit können die relativen Anteile an hohen und tiefen Tönen verschoben werden. Eine Anhebung des relativ kleinen Anteils an hohen Tönen bei einem auf Körperschall wirkenden Mikrofon, gepaart mit einem regelmäßigen Klangbild, läßt sich anhand einer Platte erzielen, die vorzugsweise über drei am Umfang regelmäßig verteilte Fixierungspunkte mit dem massenbildenden Körper des Mikrofons verankert ist. Die Knotenlinien der Klangfigur bei dieser Fixierungsart bilden eine regelmäßig auf Oberschwingungen getrimmte Klangfigur. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der optimale schallm-

äßige Verständigungsbereich sich zwischen 300-3000 Hz bewegt. Damit das aus den Transversalschwingungen entstehende Klangbild, das wegen des Abnahmortes der Sprachlaute nach wie vor mit einem relativ großen Anteil an tiefen Frequenzönen charakterisiert ist, nicht zu dumpf ausfällt, dergestalt, daß eine nasale Übertragungsart die Folge wäre, wird die Erregbarkeit der Platte durch entsprechende Einschnitte erhöht, wobei diese Einschnitte sich gut durch ihre Variierbarkeit als Korrektiv gegenüber den Variablen der Platte und deren Umfeld eignen. Diese Variablen stammen sowohl von den physikalischen Eigenschaften als auch von der geometrischen Form der jeweiligen Platte. Ferner wird der "Peak-Point" (= Höchster Amplitudenwert in Abhängigkeit der Frequenz) auch von der Anzahl und vom Ort der Fixierungspunkte zwischen Platte

und Umhüllung des Mikrofons beeinflusst. Selbst die Menge und die Qualität der zum Einsatz gelegenden Isolationsmasse im Mikrofon wirkt sich diesbezüglich aus. Diese Variablen entfalten auch per se eine große Wirkung, denn die angestrebte Miniaturisierung des erfindungsgemäßen Gegenstandes läßt nur eine kleine Platte zu, deren minimalste Dicke unter Umständen ein unproportionales Verhältnis zu der vorgegebenen flächenmäßigen Ausdehnung ergeben kann.

Was somit allenfalls durch einen aktiven Klangregler, mit seinen Nachteilen am zusätzlichen Platzbedarf und an zusätzlicher Stromkonsumation, bewerkstelligt werden kann, läßt sich nun neu allein passiv durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Mikrofons erzielen.

Mit der Erfindung läßt sich zudem eine substantielle Wirkungsgradverbesserung hinsichtlich Klangfarbe der übertragenden Sprachlaute beim Einsatz des erfindungsgemäßen Gegenstandes als Kehlkopf-Mikrofon er-

zielen.

Weitere vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen und Verwendungen der erfindungsgemäßen Aufgabenlösung sind in den übrigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Zeichnung Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. In den verschiedenen Figuren sind gleiche Elemente jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

#### Kurze Beschreibung der Figuren

Es zeigt

Fig. 1 ein auf Körperschall wirkendes Mikrofon,

Fig. 2 eine Ansicht des Mikrofons gemäß Fig. 1, entlang der Schnittebene II-II, insbesondere eine Form der Platte,

Fig. 3 eine ohrseitig tragbare Hör-Sprech-Garnitur und

Fig. 4 eine ohrseitig tragbare Hör-Garnitur.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele:

Fig. 1 zeigt ein auf Körperschall wirkendes Mikrofon, das aus einem Außengehäuse 1, einem Verstärker 2, einem Isolationskörper 3, einem vom Isolationskörper 3 umschlossenen Zwischenring 4, einer körperseitigen Membrane 5, die physikalisch betrachtet eine Platte ist, mit einem stirnseitigen Zapfen 5a, einer Platte 6, in welcher ein piezoelektrischer Resonator 7 integriert ist, einem Impedanzwandler 9, einer mikrofoninternen Leitung 8 und einem nach außen geführten Kabel 10 besteht. Die in Fig. 1 gezeigten Elemente 1—10 weisen eine Interdependenz zueinander auf, die sowohl den eigentlichen Übertragungsvorgang, als auch alle flankierenden Maßnahmen zur Steigerung der Übertragungsqualität betreffen. Die Membrane 5 ist so auszugestalten, daß die von der Körperschwingungen erzeugte Resonanz auf die mit dem Zapfen 5a in Wirkverbindung stehende Platte 6 und Resonator 7 mit größtmöglicher Wirkungsgrad übertragen wird. Negativ würde sich in diesem Zusammenhang beispielsweise der Einsatz einer Membrane 5 auswirken, die insbesondere auf Grund ihrer physikalischen Eigenschaften nicht in der Lage wäre, die kleinen Anteile an hohen Frequenzanteilen überhaupt weiterzugeben, oder die Eigenschaft hätte, diese Frequenzen zu unterdrücken. Die körpersseitige Oberfläche der Membrane 5 ist vorzugsweise mit einem Edelmetall zu beschichten, um deren Hautfreundlichkeit zu erhöhen. Die Membrane 5 steht über den Zapfen 5a mit der Platte 6 in Wirkverbindung, wobei diese Verbindung vorzugsweise durch einen Teilkontakt herzustellen ist. Diese Platte 6 kann ohne weiteres eine Zentrierungsverrichtung für den Zapfen 5a aufweisen, wodurch die Montage dieser Teile einer wesentlichen Qualitätssteigerung unterworfen ist. Diese Zentrierungsvorrichtung zwischen Zapfen 5a und Platte 6 kann dergestalt vorgesehen werden, daß der Zapfen 5a durch eine Hardstopung mit der Platte 6 verbunden wird. Diese Konfiguration hat den Vorteil, daß die ganze Membrane 5 dadurch gegenüber dem Außengehäuse 1 körperlich nicht getrennt und demnach absolut freischwiegend ist, was sich auf die Übertragung der Körperschwingungen auf die Platte 6 wirkungsgradmäßig positiv auswirkt, weil Unmittelbarkeit vorhersteht. Die Platte 6 ist im Zwischenring 4 eingelassen und liegt dort schalenfö-

chig auf, wobei die gegenseitige Fixierung dieser beiden Teile eingehend unter der Beschreibung von Fig. 2 behandelt wird. Auf die Platte 6, und demnach auf den dort integrierten piezoelektrischen Resonator 7, erfolgt demnach eine schwerpunktförmige Beaufschlagung durch Schwingungen, die von der Membrane 5 aufgefangan werden. Die Integration des piezoelektrischen Resonator 7 in die Platte 6 ist so vorzusehen, daß der Schwerpunkt beider Elemente demnach zusammenfallen, womit gewährleistet ist, daß der Resonator 7 auch nur punktförmig aktiviert wird. Der Zwischenring 4, der als Träger der Platte 6 und des Resonators 7 dient, ist schichtweise in den Isolationskörper 3 eingelassen, dergestalt, daß der piezoelektrische Resonator 7, mit Ausnahme der membranseitigen Fläche, allseitig gegen Umgebungsluft isoliert ist. Als Dämpfungs- resp. Isolations-Material kann beispielsweise eine Silikonmasse zur Anwendung gelangen, die in den freien Raum zwischen Außenseite des Zwischenrings 4 und Innenfläche des Außengehäuses 1 eingegossen werden kann. In den Verstärker 2 ist der Impedanzwandler 9 integriert, wobei dieser über die Leitung 8 spannungsmäßig mit dem piezoelektrischen Resonator 7 verbunden ist. Die zwei letztgenannten Elemente tragen dazu bei, die Wirkungsgradabschleife bei der Übertragung der Stimmlaute mittels Einfangung von Körperschwingungen qualitativ zu erhöhen. Im einzelnen nimmt der Impedanzwandler 9 eine Impedanzanpassung an ein allenfalls nachgeschaltetes Funkgerät wahr, das über das Kabel 10 mit dem auf Körperschall wirkenden Mikrofon verbunden ist. Das Material der Platte 6 ist so zu wählen, daß es eine geringe Absorptionsfähigkeit gegenüber Schwingungen aufweist, was sich schon mit einem gängigen Federstahl erreichen läßt. Dies führt dazu, daß auf die Schwingungsschwingungen des beaufschlagten piezoelektrischen Resonator 7, der mit der Platte 6, nach dem Gesagten, eine Symbiose bildet, eingewirkt werden kann, dergestalt, daß dadurch eine schärfere Resonanz erzielt wird, welche zu einer Verbesserung der Wiedergabequalität der Stimmlaute führt. Weitere Vorkehrungen zu diesem finalen Zweck betreffen die Ausgestaltungen der Platte 6, welche unter der Beschreibung von Fig. 2 zur Erläuterung kommen werden. Weil nun die körpersseitigen, von den Stimmlauten initiierten Schwingungen auf die Membrane 5 und nachfolgend über den Zapfen 5a eine fast punktförmige Konzentration erfahren, welche eine verdichtende und maximierte Einwirkung auf den piezoelektrischen Resonator 7 auslösen, muß die Platte 6 eine minimale Materialstärke aufweisen, soll deren Widerstand die hierfür notwendige Biegebelastung zu erbringen vermögen. Diese minimale Materialstärke der Platte 6 ist auch dadurch bedingt, daß das ganze Mikrofon im Durchmesser bloß nur noch 10 mm groß ist, und daß demnach die Platte 6 einen Durchmesser von vielleicht noch 6—7 mm aufweisen wird.

An Stelle des piezoelektrischen Resonators 7 kann als Wandler ein in der Figur nicht ersichtliches Induktionselement, das vorzugsweise aus einer Spule und einem Magneten besteht, vorgesehen werden. Dieses Element ist in einem gewissen Abstand der Platte 6 nachgeschaltet. Spule und Magnetkern bilden einen sogenannten dynamischen Wandler, der ohne die beim piezoelektrischen unabhingbar notwendige Spannung ("Phantom-Speisung") auskommt. Die Übertragung geschieht hier durch die vom Wandler erzeugte Induktion in Abhängigkeit der Schwingungen, die von der Platte 6, aufgrund deren Beaufschlagung durch die körpersseitige

Membrane 3, ausgehen. Eine solche Variante eignet sich überall dort, wo eine Spannung zur Speisung des piezoelektrischen Resonators 7 nicht zur Verfügung steht, wie dies beispielsweise bei Garnituren für Piloten der Fall ist.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch die Ebene II-II von Fig. 1. Ersterlich ist hier die Verankerungsart und die geometrische Form der Platte 6. Diese ist von rundlicher Form, und sie ist über eine Dreipunkt-Fixierung 6a, 6b, 6c mit der Innenwand des Zwischenringes 4 verbunden. Verbindet man diese drei Fixierungspunkte durch eine gedankliche Linie miteinander, so entsteht ein gleichseitiges Dreieck. Diese Konfiguration ist ursächlich für eine Gleichförmigkeit bezüglich der entstehenden Knotenlinien der Klangfigur verantwortlich, so daß die Klangfigur ein auf Oberschwingungen gerichtetes Klangbild ergibt, bei welchem die hohen Frequenzöne bevorzugt übertragen werden. Selbstverständlich können andere Fixierungsarten vorgesehen werden, die ohne weiteres ein Korrektiv zu den übrigen Variablen einer eingesetzten Platte bilden können. Jedem Fixierungspunkt 6a, 6b, 6c sind Einschnitte 6d, 6e, 6f in der Platte 6 zugeordnet, die geometrisch betrachtet ebenfalls einen gleichförmigen Verlauf beschreiben. Diese Einschnitte 6d, 6e, 6f bilden eine weitere wirkungsvolle Methode, auf die von der jeweiligen Platte 6 bedingten physikalischen Eigenschaften einwirken zu können. Durch diese Einschnitte 6d, 6e, 6f wird die Erregbarkeit der Platte 6 in dem Sinne verändert, daß eine zu scharfe Resonanz dieser Platte 6, deren Verlaufskombination des Frequenzganges über die optimalen 3000 Hz zeigen würde, gemildert wird. Damit die Verankerungslaste 6g, 6h, 6i der Platte 6 nicht zu schwach ausfallen, werden die Einschnitte 6d, 6e, 6f bei bedarfsmäßiger weitergehender Minderung der Resonanz gegen das Innere der Platte 6 abgewinkelt weitergeführt, wobei in diesem Zusammenhang zu beachten ist, daß die Platte 6 im Bereich des piezoelektrischen Resonators 7 eine möglichst große freie Fläche aufweist. Eine weitere Variable der Platte 6 bildet die Breite dieser Einschnitte 6d, 6e, 6f, die von Fall zu Fall den jeweiligen Bedürfnissen hinsichtlich des gewünschten Frequenzganges anzupassen ist. Horizontale oder quasi-horizontale auf die Fixierungspunkte 6a, 6b, 6c auftreffende Schwingungen vermögen sich, wegen des dort gegenüber der Beaufschlagungsebene der Platte 6 resultierenden Steifigkeitsgefälles, nicht ins Innere bis zum piezoelektrischen Resonator 7 fortzupflanzen: Im allgemeinen prallen diese Schwingungen dort ab, worauf sie primär vom Isolationskörper 3 absorbiert werden. Der einzige Weg, den Schwingungen großer Energie allenfalls offensteht, ist eine Oberflächen-Forpflanzung entlang der Stirnseiten der Platte 6, von einem Fixierungspunkt zu den übrigen. Je genauer die gleichseitige Dreiecksform der Fixierungspunkte 6a, 6b, 6c untereinander ist, desto größer wirkt sich die gegenseitige Neutralisierung der Schwingungen, die von einem Punkt zu den anderen wandern, aus. Damit erweist sich die gewählte Dreipunkt-Fixierungsart der Platte 6 von der Geometrie eines gleichseitigen Dreiecks in doppelter Hinsicht als vorteilhaft. Darüber hinaus, eine kleine Oberflächenrauheit der ganzen Platte 6 wirkt sich energievermindernd auf diese Schwingungen aus. Die Umgebung der maximal aktivierbaren Stelle des piezoelektrischen Resonators 7 erfährt demnach auf jeden Fall keine Beaufschlagung durch Schwingungen aus den Umgebungsgeräuschen.

Einfallende Schwingungen auf das Mikrofon über eine andere Ebene werden ohnehin vom Isolationskörper

3 neutralisiert. Die Kompaktheit des ganzen Mikrofons, das eine Höhe von ca. 8 mm aufweist, verunmöglicht sodann, daß sich ein Eigenschwingungsverhalten einstellen könnte. Die einzige "schwingungsdurchlässige" Ebene ist die membranseitige, welche ja körperseitig anliegt, weshalb das Mikrofon, d. h. der piezoelektrische Resonator, d. h. das Induktionselement, nur von den Körperschwingungen beaufschlagt werden kann.

Fig. 3 zeigt ein mögliches Verwendungsbeispiel des Mikrofons nach den Fig. 1 und 2, wobei die hier gezeigte Hör-Sprech-Garnitur zugleich Abhilfe gegen die Nachteile bekanntgewordener einsatzgleicher Garnituren schaffen will.

Eine bekanntgewordene ohrseitige tragbare Einrichtung besteht aus einem mit dem Tragteil der Hör- und Sprech-Kapsel zusammenhängenden, kopfseitig abgekröpften, nierenförmigen Bügel, dessen Öffnung kleiner als die mittlere Größe eines Ohres ist. Die Aufsetzung dieser Garnitur gestaltet sich dabei als nicht befriedigend, denn dieser Vorgang setzt jedesmal voraus, daß das Ohr durch die nierenförmige Öffnung gezwängt werden muß. Daneben erweist sich die Abkröpfung des Bügels, gegenüber der Hör-Sprech-Fläche, nicht für alle Ohrformen als ideal: Bei absteigenden Ohren wird die Garnitur lose und unpositioniert hängen; bei anliegenden Ohren werden sich unweigerlich Druckstellen schmerzhaft bemerkbar machen. Aber sieht man die Aufsetzung der Garnitur vermag ergonomisch und komfortmäßig zu befriedigen, sondern auch das nachfolgende Abnehmen gestaltet sich unhandlich. Diese Unhandlichkeit wird dann durch übermäßige Kraftanwendung wettgemacht, was dazu führt, daß schmerzhaft Verformungen des Ohres die Folge sind. Bei einer solchen Garnitur mit einem in sich geschlossenen Ohrbügel sind auch Verletzungen des Ohres potentiell immer gegeben, so wenn die Garnitur über ein Kabel mit einer festen Anschlußstelle verbunden ist, und die Garnitur beim Verlassen des Ortes nicht abgelegt wird, worauf das Ohr gefährlich und schmerzhaft gezogen wird.

Anders die nun hier vorgeschlagene Garnitur, deren Bügel 11 sich jeder Ohrform optimal anpassen kann, ohne irgendwelche Druckstellen am Ohr selbst zu erzeugen. Dies wird erreicht, indem der Ohrbügel 11 in mindestens einer Ebene seiner räumlichen Ausdehnung einen Nachgiebigkeitsgrad aufweist, d. h. der Ohrbügel 11 ist gegenüber einem Hör-Sprech-Einsatz 12 federnd beweglich. Ein Nachgiebigkeitsgrad des Ohrbügels 11 geht aus Fig. 3 hervor: Im Ruhezustand ist dieser Ohrbügel 11 bis etwa Mitte des Hör-Sprech-Einsatzes 12 durch einen am Anfang des Ohrbügels 11 wirkenden Federteil 11b eingeklinkt, wie dies die Position 11a des Ohrbügels 11 versinnbildlichen will. Dies bedeutet, daß der Federteil 11b gegenüber der inneren ohrseitigen Fläche des Einsatzes 12 abgekröpft ist, dergestalt, daß die Spannungsentfaltung bei Garnitur im Tragzustand aus der federmäßigen Abkröpfungskraft aus dem Federteil 11b gegeben ist, womit hierdurch eine zweite Nachgiebigkeitsebene des Ohrbügels 11 wirkt. Der Abkröpfungswinkel bei Garnitur auf Mann ist ein Maß zwischen innerer ohrseitiger Fläche des Einsatzes 12 und Lage des Ohrbügels 11, entsprechend dem Höhenunterschied zwischen Ohreingang, wo sich die Hörkapsel 13 einnistet, Schläferknochengegend, wo das Mikrofon aufliegt, und Hinterohrwarzel, wo der Bügel 11 anliegt und dort die notwendige Stabilität für die ganze Garnitur entfaltet. Die Flexibilität des Ohrbügels 11, sei es allein über den gezeigten Federteil 11b, oder über einen ganzheitlich federbaren Bügel, macht möglich,

daß sich die Garnitur leicht aufsetzen und abnehmen läßt. Ein ganzheitlich flexibler Ohrbügel verformt und paßt sich leicht an, nach der jeweiligen Kontur der Hinterohrswurzel, was sich wiederum auf die Lage der Hörkapsel 13 und des Mikrofons 1-10 positiv auswirkt, indem diese und jene die ihnen zugeordnete Lagen betriebsoptimal einnehmen. Selbstverständlich kann der Ohrbügel 11 schädelseitig abhebt, wobei diese Abkrüpfung 11c aufweisen, die sich von der Linienführung des Ohrbügels 11 schädelseitig abhebt, wobei diese Abkrüpfung 11c ohne weiteres nur die untere Partie des Ohrbügels 11 erfassen kann, während die restliche Partie des Ohrbügels 11 bis zum Einsatz 12 die ursprüngliche Linienführung beibehält. Das Kabel 14 zu einer Anschlußstelle wird innerhalb des Ohrbügels geführt, was im Tragzustand der Garnitur eine Zugbelastung auf die ganze Garnitur bewirkt, und keine störende Wirkung auf die Vorderseite des Gesichts entfaltet.

Vorzugsweise weist das Kabel 14 eine schraubenförmige Weiterführung auf, welche störungsfrei unterschiedliche Distanzen zwischen Ohr und Anschlußstelle zu überbrücken vermag.

Schließlich zeigt Fig. 4 eine Garnitur 12a, die allein eine Hörkapsel enthält, wobei diese Konzeption des Ohrbügels 11 und seiner Ausgestaltung die gleiche wie die in der vorangegangenen Fig. 3 beschriebene Ausführung ist.

Selbstverständlich kann das erfindungsgemäße Mikrophon 1-10 in jede andere Hör-Sprech- oder Sprech-Garnitur integriert werden. Hier wird insbesondere an Hör-Sprech-Garnituren gedacht, deren Abnahme der Sprachlaute ab Kehlkopf geschieht.

#### Patentansprüche

1. Auf Körperschall ansprechende Mikrophon, im wesentlichen bestehend aus einer Mikrophonkapsel, einem körperseitigen Schallabnehmer und einem diesem nachgeschalteten Wandler, der mit oder ohne Verstärker/Impedanzwandler arbeitet und aus einer Platte und einem damit integrierten piezoelektrischen Resonator besteht, mit denen der körpersseitige Schallabnehmer in Wirkverbindung steht, wobei die Platte an verschiedenen diskreten Stellen direkt oder indirekt mit der Mikrophonkapsel verbunden ist und Einschnitte nahe den Verbindungstellen aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung der Platte (6) mit der Mikrophonkapsel (1) eine Dreipunkt-Fixierung ist, deren drei Fixierungspunkte (6a, 6b, 6c) die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden, wobei jedem dieser drei Fixierungspunkte jeweils mindestens ein Einschnitt (6d, 6e, 6f) der Platte zugeordnet ist.
2. Auf Körperschall ansprechendes Mikrophon, im wesentlichen bestehend aus einer Mikrophonkapsel, einem körperseitigen Schallabnehmer und einem diesem nachgeschalteten Wandler, der aus einer Platte und einem daran befestigten Induktionselement besteht, mit denen der Schallabnehmer in Wirkverbindung steht, wobei die Platte mit der Mikrophonkapsel verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung der Platte (6) mit der Mikrophonkapsel (1) eine Dreipunkt-Fixierung ist, deren drei Fixierungspunkte (6a, 6b, 6c) die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks bilden, wobei jedem dieser drei Fixierungspunkte jeweils mindestens ein Einschnitt (6d, 6e, 6f) der Platte zugeordnet ist.
3. Mikrophon nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß Schwerpunkt der Platte (6) und Schwerpunkt des piezoelektrischen Resonator (7) zusammenfallen.

4. Mikrophon nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der körpersseitige Schallabnehmer (5) über einen Zapfen (5a) direkt auf den Schwerpunkt der Platte (6) wirkt.

5. Mikrophon nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte (6) aus einer Bronzelegierung besteht.

6. Mikrophon nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einschnitte (6d, 6e, 6f) mit zunehmender Entfernung von den Rändern der Platte (6) mindestens eine zum Zentrum der Platte (6) hin gerichtete Abwinklung aufweisen.

7. Mikrophon nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einschnitte (6d, 6e, 6f) mit zunehmender Entfernung von den Rändern der Platte (6) mindestens eine zum Zentrum der Platte (6) hin gerichtete Abwinklung aufweisen.

8. Verwendung von Mikrophonen nach einem der Ansprüche 1 bis 7 in Hör-Sprech-Garnituren oder Sprech-Garnituren, bei denen die Abnahme der Sprachlaute im Bereich des Kehlkopfes und/oder an einer anderen zur Abnahme der Sprachlaute prädestinierten Stelle des Körpers vorgenommen wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

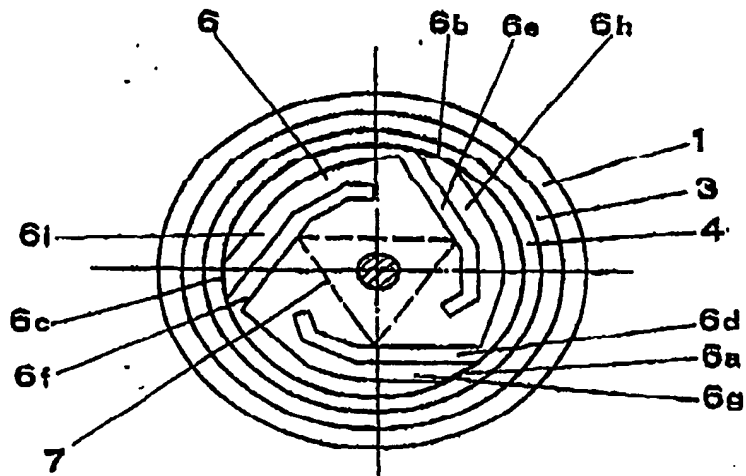
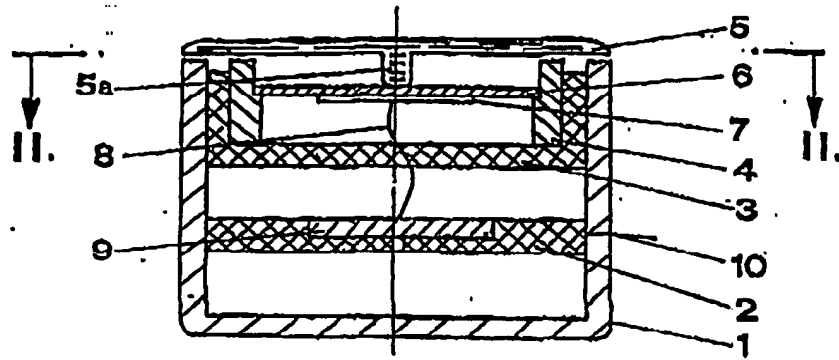
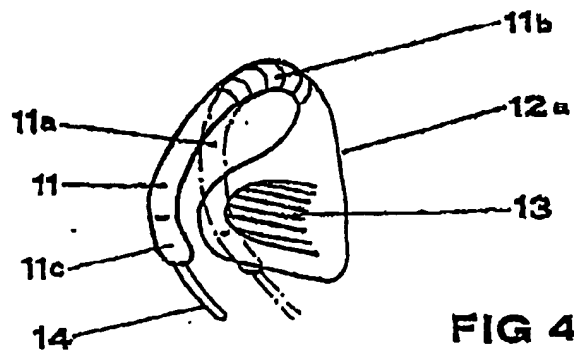
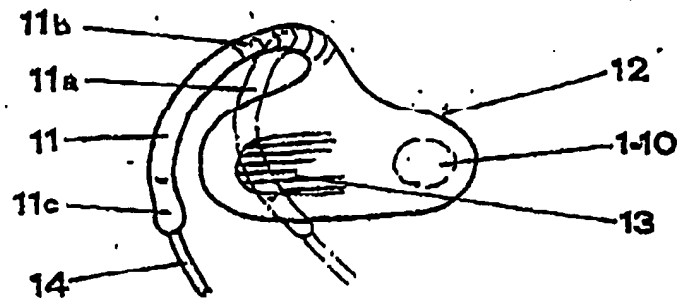


FIG. 2

**FIG 3**



**FIG 4**



Code: 2357-77449  
Ref.: SLKW 120.010US1

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY  
GERMAN PATENT OFFICE  
PATENT NO. 41 90 521 C1

|  |   |
|--|---|
| Int. Cl. <sup>5</sup> :                  | H 04 R 1/46<br>H 04 R 17/02<br>H 04 R 9/08<br>//H 04 M 1/05 |
| German Filing No.:                       | P 41 90 521.0-31  |
| PCT Filing No.:                          | PCT/CH91/00054  |
| PCT Publication No.:                     | WO 91/14350   |
| PCT Filing Date:                         | March 11, 1991  |
| PCT Publication Date:                    | September 19, 1991  |
| Date of Publication of the Patent Grant: | March 3, 1994   |
| Priority                                 |   |
| Date:                                    | March 12, 1990  |
| Country:                                 | CH  |
| No.:                                     | 784/90  |

MICROPHONE WHICH RESPONDS TO STRUCTURE-BORNE SOUND

|            |                               |
|------------|-------------------------------|
| Patentees: | Edwin Bollier<br>Zurich, CH   |
|            | Erwin Meister<br>Buchberg, CH |
| Inventors: | Edwin Bollier<br>Zurich, CH   |
|            | Erwin Meister                 |

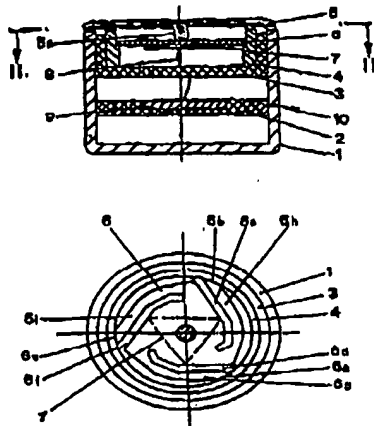
Buchberg, CH

Agent:

Dr. D. Von Bezold, P. Schütz,  
W. Heusler, patent attorneys  
80333 MunichDocuments considered in evaluating  
the patentability:US 45 91 668  
US 23 11 416

## Abstract

In a microphone (1-10) that responds to structure-borne sound and essentially consists of a microphone capsule (1), a diaphragm (5) on the side of the body and a transmitter that is connected in series to the diaphragm (5) on the side of the body and may or may not contain an amplifier (2)/impedance transformer (9), the vibrations that are generated by voiced sounds and picked up by the diaphragm (5) on the side of the body are forwarded to a plate (6) that is connected in series to the diaphragm (5) on the side of the body. A piezoelectric resonator (7) that is functionally connected to a pin (5a) which protrudes from the diaphragm (5) via the plate (6) is integrated into the plate (6). The plate (6) is designed and anchored by means of a ring (4) and insulation bodies (3) in such a way that the high frequency sounds of the voiced sounds, which amount to a small portion of the entire spectrum, are preferred in the sense of increasing the degree of efficiency with respect to the timbre.



The present invention pertains to a microphone that responds to structure-borne sound according to the preamble of Claim 1 or 2. Microphones of this type are known from US-PS 4 591 668 and US-PS 2 311 416. The invention also pertains to the utilization of such microphones.

#### State of the Art

In reproducing/recording units, the speech function is, according to the most recent state of the art, predominantly achieved with dynamic, noise-compensated microphones. This can essentially be explained by the fact that these microphones are in the meantime able to provide a superior degree of shielding from ambient noise, with the reproduction of voiced sounds also having reached a high quality with respect to the tonality and the timbre. However, this naturally requires that the handling of these microphones takes place in accordance with low-tolerance operating instructions. However, it is quite obvious that such a microphone holder is frequently perceived to be an obstruction within the region of the mouth opening, namely because it is frequently desired or absolutely imperative for the frontal portion of the face to remain free of such implements. In light of this fact, it was repeatedly attempted to remedy this situation with a microphone that responds to structure-borne sound. When using throat microphones that form part of the state of the art, it needs to be taken into consideration that microphones of this type are not provided with the ideal conditions regarding the pick-up of voiced sounds due to the location at which they are used. If one observes the quality of voiced sounds at the throat, it is easily possible to ascertain that the average portion of the sounds of higher frequencies which are generated at this location merely amount to 20% of the entire spectrum; the portion of sounds of lower frequencies, in comparison, amounts to approximately 80%. These are inferior prerequisites for a reproduction of voiced sounds with a strong presence. In addition, the physiological component in the throat also causes high noise portions, namely even at a normal speech volume. Although the primary throat sound is converted in the voice-forming portion of this organ (glottis) to such a degree that a voice which can be differentiated with respect to the tone can be achieved with the aid of a resonant conversion, the timbre is still rudimentary because the final modeling of the voice takes place in another speech-forming organs (tongue, lips, lower jaw, soft palate, teeth, etc.). Due to the individual characteristics of such organs, this leads to voiced sounds that can be differentiated. Modern microphones which respond to structure-borne sound are unable to provide a satisfactory solution. This is the reason why the use of lip microphones still appears justified.

In light of these circumstances, DE-PS 22 30 637 proposes to pick up the voiced sounds in a different fashion; the location at which the voiced sounds are picked up is displaced into the vicinity of the jaw joint by utilizing a voluminous dynamic gradient microphone. This placement

is based on the notion that voiced sounds should be picked up at the location at which they are modeled as best as possible with respect to structure-borne sound. Although an improved quality of the timbre of the voiced sounds to be reproduced can be achieved in this fashion, the acceptance of the microphone proposed for this purpose could not be realized to the desired degree because of the voluminous design of the microphone and the quality expected by the user, which still has not been attained.

The structure-borne sound microphone disclosed in the initially cited US-PS 4 591 668 contains a plate as the transmitter. This plate contains an integrated piezoelectric resonator and is connected to the microphone capsule either directly or indirectly at different discrete locations. In addition, this plate contains recesses near the connecting points. These recesses are designed such that a general S-shaped band is obtained. The central portion of this band carries the resonator, with the opposite ends of the band being fixed to two diagonally opposite points of the microphone capsule. The purpose of this design consists of increasing the effective length of the thusly created diaphragm in order to reduce its self-resonant frequency. According to US-PS 2 311 416 which was also cited above, the mechanical-electrical transmitter should be realized in the form of an induction coil, and its vibratory support should be realized in the form of two parallel circular plates or disks that are clamped between flatly adjoining rings over their entire circumference. Three spoke-like arms extend from this circumferential edge to the central portion that holds the transmitter. However, these arms do not extend radially, but rather helically in order to increase the flexibility of the entire holding arrangement.

It was determined that the gap between interference signals and useful signals during the reproduction of picked-up voiced sounds is not satisfactory in all known structure-borne sound microphones. As described in greater detail below, there also exist disadvantageous vibrations that could not be controlled until now and that propagate along the end faces of the plate used as the vibratory holding arrangement with a high energy that is considered disadvantageous for the microphone transmission (surface transmission), with these vibrations also impairing the transmission of voiced sounds received from the sound pick-up on the side of the body.

#### Objective of the Invention and Solution

Consequently, the invention is based on the objective of maximizing the gap between interference signals and useful signals during the reproduction of picked-up voiced sounds in a microphone of the aforementioned type while simultaneously eliminating sound interferences from ambient noise. According to the invention, this objective is attained with the characteristics of Claim 1 and Claim 2. Advantageous embodiments and additional developments of the invention as well as one specific utilization of the microphone according to the invention are described in secondary Claims 3-8.

The invention utilizes the fact that the above-mentioned disadvantages in the transmission of vibrations can be prevented by providing a three-point anchoring of the vibrating plate and taking into consideration the fact that the three fixing points form the corners of an equilateral triangle. It was determined that the neutralization of the previously mentioned vibrations which travel from one point to another point becomes higher if the three mounting points accurately represent an equilateral triangle.

Another advantage of the invention is the possible miniaturization of the microphone which could decisively broaden its scope of applications.

In order to better comprehend the basic aspects of the solution according to the invention and consequently its quality, a few considerations regarding the physics of transmitting vibrations in structure-borne sound microphones are provided below.

Microphones which respond to structure-borne sound and are situated within the region of the zygomatic arch (arcus zygomaticus) or within the region of the condylar process of the mandible (processus condylaris mandibulae) are able to generate a high-quality reproduction of the voiced sounds picked up at this location because this pick-up pertains to voiced sound that originate from the mouth cavity, i.e., from an environment where the voice is formed with respect to the timbre and from where the voice subsequently travels to the outer bone of the auditory canal (os tympanicum) via the auditory canal on the side of the cranium. The zygomatic arch, and, downward and adjacent, the condylar process of the mandible are situated within the region of the outer bone of the auditory canal. This pick-up point represents an optimum for microphones that respond to structure-borne sound. If this arrangement is combined with the microphone according to the invention, one attains the essential advantage of the invention, namely that an increase of the frequency response within the speech range can be detected. This increase in the frequency response causes a qualitative improvement in the reproduction such that more higher sound frequencies are preferred and the presence of the speech is significantly improved. The invention makes it possible to achieve at least the reproduction quality of a lip microphone because lower frequency tones and nasal tones of the voiced sounds are filtered out or suppressed, respectively, and the still relatively small portion of high frequency tones is maximized with respect to the voltage for the above-mentioned reasons.

The advantages of the invention have a common origin that is tightly correlated to the design of the object of the invention: the piezoelectric resonator and, in an analogous fashion, the induction element transmit only those vibrations to the amplifier which impact the plate transversely. The piezoelectric resonator is integrated into the plate that preferably consists of a metallic material, with the induction element being connected in series to this plate at a certain distance. Regarding the plate, it should be mentioned that it is parallel to a diaphragm that is situated in front of the plate on the side of the body, with the plate preferably being fixed at three

points relative to a cover that forms the ground. Consequently, vibrations which impact the microphone outside of the aforementioned plane are unable to act upon the transmitters, with an insulation that preferably consist of a silicone material that can neutralize general sound interferences.

In this context, the geometric shape of the aforementioned plate as well as the physical processes occurring in this plate and the transmitters should also be discussed: the simplest plane sources of sound are vibrating diaphragms and plates. The difference between diaphragms and plates are the same as those between a string and a rod. From a physical point of view, a diaphragm is such a thin, flat object that it has no resistance to bending; consequently, a diaphragm is only able to perform mechanical vibrations if it is tightly stretched by an external force, e.g., similar to a percussion drum. A plate, in contrast, has so much bending elasticity that it is able to perform elastic vibrations without external forces, with said bending elasticity being caused by the greater thickness of the plate in comparison to a diaphragm. In these specific observations, only transverse vibrations, which are also referred to as bending vibrations and cause the plate to vibrate, are important. A plate would, in principle, not even have to be fixed in order to exhibit the desired effects. The acoustic pattern of a plate upon which transverse vibrations act can be decisively altered by selecting a certain geometric shape of the plate as well as a predetermined number and the corresponding locations of the fixing points between the plate and the housing. Consequently, the chosen geometric shape of the plate and its fixing arrangement predominantly represent a measure for how regular the acoustic patterns actually are. The acoustic pattern can be significantly altered by manipulating these variables, i.e., the relative portions of high and low sounds can be shifted. An elevation of the relatively small portion of high sounds in a microphone that responds to structure-borne sound in combination with a regular acoustic pattern can be achieved with a plate that is preferably anchored to the body of the microphone which forms the ground at three points that are uniformly distributed over the circumference. The nodal lines of the acoustic pattern result in an acoustic pattern that is regularly trimmed to harmonics if this type of fixing the plate is chosen. In this case, one needs to take into consideration that the optimal sound communication range lies between 300-3000 Hz. In order to prevent the acoustic pattern which is formed by the transverse vibrations and which is due to the location at which the voiced sounds are picked up, still characterized by a relatively large portion of low frequency sounds, from not turning out excessively dull, e.g., such that a nasal sound would result, the excitability of the plate is increased by corresponding recesses, with said recesses being quite suitable for correcting the variables of the plate and its environment due to their variability. These variables pertain to the physical properties as well as the geometric shape of the respective plate. In addition, the "peak point" (= highest amplitude value depending on the frequency) is also influenced by the number and the corresponding locations at which the

plate is fixed to the cover of the microphone. Even the quantity and quality of the insulation mass used in the microphone have corresponding effects. These variables also highly influence the corresponding effects, namely because the desired miniaturization of the object of the invention only allows a small plate, the minimum thickness of which may, under certain circumstances, result in a disproportionate relation to the predetermined surface area.

The advantages which could only be achieved with an active sound controller that, however, has a higher space requirement and consumes additional current can now be attained in an exclusively passive fashion with the innovative design of the microphone according to the invention.

When using the object of the invention as a throat microphone, the invention makes it possible to substantially improve the degree of efficiency regarding the timbre of the transmitted voiced sounds.

Additional advantages as well as practical additional developments and uses of the object of the invention are characterized in the remaining claims.

Embodiments of the invention are described in greater detail below with reference to the figures. All elements which are not required for comprehending the invention were omitted. In all figures, identical elements are respectively identified by the same reference symbols.

#### Brief description of the figures

The figures show:

Figure 1, a microphone that responds to structure-borne sound;

Figure 2, a view of the microphone according to Figure 1 along the plane of section II-II which, in particular, indicates one shape of the plate;

Figure 3, a reproducing/recording unit which can be worn on the ear, and

Figure 4, a reproducing unit which can be worn on the ear.

#### Description of the Embodiments

Figure 1 shows a microphone that responds to structure-borne sound and consists of an outer housing 1, an amplifier 2, an insulation body 3, an intermediate ring 4 that is surrounded by the insulation body 3, a diaphragm 5 on the side of the body which, from a physical point of view, represents a plate with a pin 5a that protrudes from its end face, a plate 6, into which a piezoelectric resonator 7 is integrated, an impedance transformer 9, an internal microphone line 8 and a cable 10 that extends outward. The elements 1-10 which are shown in Figure 1 have an interdependence that pertains to the transmission process itself as well as to all measures for increasing the transmission quality. The diaphragm 5 is designed in such a way that the resonance generated by the body vibrations is transmitted onto the plate 6 that is functionally

connected to the pin 5a and to the resonator 7 with the highest possible degree of efficiency. For example, one negative aspect in this context would be the use of a diaphragm 5 that, in particular, due to its physical properties, is unable to transmit the small portions of high frequency sounds or would have the characteristic of suppressing these frequency sounds. The surface of the diaphragm 5 which is situated on the side of the body is preferably coated with a precious metal in order to increase its skin compatibility. The diaphragm 5 is functionally connected to the plate 6 via the pin 5a, with this connection preferably being produced by means of a partial contact. The plate 6 may also contain a centering depression for the pin 5a such that the assembly of these parts is subjected to a quality assurance. This centering between the pin 5a and the plate 6 may also be achieved by connecting the pin 5a to the plate 6 by means of hard soldering. This configuration provides the advantage that the entire diaphragm 5 is not physically impeded relative to the outer housing 1, i.e., absolutely free-vibrating. This has positive effects on the degree of efficiency of the transmission of structure-borne vibrations onto the plate 6 because a direct transmission predominates. The plate 6 is embedded in the intermediate ring 4, with the mutual fixing between these two parts being discussed in detail below with reference to Figure 2. Consequently, the vibrations that are picked up by the diaphragm 5 act upon the plate 6 and the piezoelectric resonator 7 integrated centrally therein. The integration of the piezoelectric resonator 7 into the plate 6 needs to be carried out in such a way that the centers of gravity of both elements coincide with one another. Due to this measure, it is ensured that the resonator 7 is also only activated in a punctiform fashion. The intermediate ring 4 that serves as the carrier for the plate 6 and the resonator 7 is embedded into the insulation body 3 in such a way that the piezoelectric resonator 7 is, except for the surface on the side of the diaphragm, insulated from ambient noise on all sides. The damping or insulating material may, for example, consist of a silicone mass that is introduced into the free space between the outer surface of the intermediate ring 4 and the inner surface of the outer housing 1. The impedance transformer 9 is integrated into the amplifier 2, with the impedance transformer being connected to the piezoelectric resonator 7 via the line 8. The two latter-mentioned elements contribute to an increase in the quality of the transmission of the voiced sounds by capturing structure-borne vibrations. The impedance transformer 9 carries out an impedance adaptation to a radio unit which is connected to the microphone that responds to structure-borne sound via the cable 10. The material of the plate 6 needs to be chosen such that it has a low capacity to absorb vibrations. This can be achieved with a conventional spring steel. Due to this measure, the vibration amplitudes of the piezoelectric resonator 7 that cooperates with the plate 6 can be influenced in such a way that a superior resonance which leads to an improvement in the reproduction quality of the voiced sounds is achieved. Additional provisions regarding this purpose pertain to the design of the plate 6 which is described in greater detail with reference to Figure 2. Since the vibrations on the side



of the body which are initiated by the voiced sounds have a nearly punctiform concentration on the diaphragm 5 and the pin 5a, and since this punctiform concentration triggers a maximized effect on the piezoelectric resonator 7, the plate 6 needs to have a minimum thickness if its resistance should be able to provide the bending elasticity required for this purpose. The minimum thickness of the plate 6 is also defined by the fact that the entire microphone has a diameter of only 10 mm, i.e., the plate 6 has a diameter of only 6-7 mm.

Instead of using a piezoelectric resonator 7, one embodiment of the invention which is not illustrated in the figures utilizes an induction element that preferably consists of a coil and a magnet core as the transmitter. This element is connected in series to the plate 6 at a certain distance. The coil and the magnet core form a so-called dynamic transmitter that does not require the voltage which is absolutely imperative for a piezoelectric resonator ("phantom feed"). In this case, the transmission takes place due to the induction generated by the transmitter in dependence on the vibrations that originate from the plate 6 due to the fact that the diaphragm 5 on the side of the body acts upon said plate. Such a variation is particularly suitable for instances in which no voltage for feeding the piezoelectric resonator 7 is available, e.g., for units used by pilots.

Figure 2 shows a section along the plane II-II in Figure 1. This figure shows the type of anchoring and the geometric shape of the plate 6. The plate has a round shape and is connected to the inner wall of the intermediate ring 4 at three points 6a, 6b, 6c. If one connects these three fixing points to one another with an imaginary line, an equilateral triangle is formed. This configuration is responsible for the uniformity regarding the nodal lines of the acoustic pattern, i.e., an acoustic pattern that is trimmed to harmonics and in which the high frequency sounds are transmitted in a preferred fashion results. Naturally, other ways of fixing the plate may be chosen and used for correcting the remaining variables of the respective plate used. Recesses 6d, 6e, 6f in the plate 6 are assigned to each fixing point 6a, 6b, 6c, with said recesses also describing a uniform progression from a geometric point of view. These recesses 6d, 6e, 6f form another effective option for influencing the physical properties of the respective plate 6. The recesses 6d, 6e, 6f alter the excitability of the plate 6 in such a way that an excessively high resonance of the plate 6, the progression cumulation of the frequency response of which would exceed the optimal 3000 Hz, is reduced. In order to prevent the anchoring branches 6g, 6h, 6i of the plate 6 from becoming excessively weak, the recesses 6d, 6e, 6f are, if the resonance needs to be additionally reduced, extended such that they are angled toward the interior of the plate 6. In this context, it needs to be observed that the plate 6 has the largest possible free surface within the region of the piezoelectric resonator 7. Another variable of the plate 6 is the width of the recesses 6d, 6e, 6f. This width needs to be adapted to the respective requirements regarding the desired frequency response. Vibrations which impact the fixing points 6a, 6b, 6c horizontally or quasihorizontally are unable to propagate into the interior up to the piezoelectric resonator 7 due to the rigidity

gradient which results with respect to the plane of the plate 6, upon which the vibrations act. Generally speaking, these vibrations are reflected and primarily absorbed by the insulation body 3. The only path available for vibrations of high energy is a surface propagation along the end faces of the plate 6, namely from one fixing point to the remaining fixing points. The mutual neutralization of the vibrations which travel from one point to the other points becomes more effective with the accuracy of the equilateral triangular shape of the fixing points 6a, 6b, 6c. Consequently, the chosen three-point anchoring of the plate 6 in the geometry of an equilateral triangle provides advantages in two respects. In addition, a slight surface roughness of the entire plate 6 has energy-consuming effects upon these vibrations. The vicinity of the maximal activation point of the piezoelectric resonator 7 consequently is never subjected to vibrations from ambient noise.

Vibrations which are incident on the microphone via another plane are neutralized by the insulation body 3 anyhow. The compactness of the entire microphone which only has a height of approximately 8 mm consequently makes the adjustment for self-vibrations possible. The only plane that is "permeable to vibrations" is the plane on the side of the diaphragm which adjoins the body. This is the reason why only structure-borne vibrations are able to act upon the microphone, i.e., the piezoelectric resonator or the induction element, respectively.

Figure 3 shows one possible utilization of the microphone according to Figures 1 and 2, with the reproducing/recording unit shown in this figure simultaneously aiming to eliminate the disadvantages of known units of this type.

One known unit that can be worn on the ear consists of a kidney-shaped strap that is bent at a right angle on the side of the head and connected to the carrying part of the reproducing and recording capsule. The opening of this strap is smaller than the average size of a human ear. It was determined that the attachment of this unit is not satisfactory because it is necessary to force the ear through the kidney-shaped opening each time the unit is attached. In addition, the bending of the strap at a right angle relative to the reproducing/recording surface is not ideal for all shapes of ears: with protruding ears, the unit will hang loosely and nonpositioned; with ears that flatly adjoin the head, pressure points will inevitably result in pain. However, it is not only the attachment of the unit which is unsatisfactory with respect to ergonomic and comfort considerations, but the removal also proves to be uncomfortable. This is compensated by applying excessive force which may lead to a painful deformation of the ear. In such a unit with a closed ear strap, the potential of injuries to the ear is always present, e.g., if the unit is connected to a rigid connection point via a cable and the unit is not removed when the person leaves the respective location such that the unit dangerously and painfully pulls on the ear.

The situation is quite different with the proposed unit, the strap 11 which is able to optimally adapt to any ear shape without producing any pressure points on the ear. This is

achieved by providing the ear strap 11 with a degree of resilience in at least one spatial plane, i.e., the ear strap 11 is elastically movable relative to a reproducing/recording insert 12. The degree of resilience of the ear strap 11 is indicated in Figure 3. In the idle condition, this ear strap 11 is bent up to approximately the center of the reproducing/recording insert 12 by a spring part 11b that acts at the beginning of the ear strap 11 as indicated by the position 11a of the ear strap 11. This means that the spring part 11b is bent at a right angle relative to the inner surface of the insert 12 on the side of the ear, namely such that the tension of the unit being worn is defined by the elastic bending force of the spring part 11b, i.e., a second plane of resilience of the ear strap 11 becomes effective. The bending distance of the unit being worn is a measure between the inner surface of the insert 12 on the side of the ear and the position of the ear strap 11 which corresponds to the difference in height between the ear inlet, at which the reproducing capsule 13 is positioned, the temporal bone region which the microphone adjoins and the back of the ear which the strap 11 adjoins and simultaneously ensures the required stability for the entire unit. The flexibility of the ear strap 11, which may be simply achieved with the spring part 11b shown or a uniformly elastic strap, makes it possible to attach and remove the unit in a much simpler fashion. A uniformly flexible ear strap is able to deform and adapt quite easily depending on the respective contour of the back of the ear. This has positive effects on the position of the reproducing capsule 13 and the microphone 1-10 because they assume their assigned positions in which they operate optimally. Naturally, the ear strap 11 may contain another right-angled bend 11c that increases the comfort and rises from the ear strap 11 on the side of the cranium. In this case, the right-angled bend 11c may only be provided in the lower section of the ear strap 11, with the remaining section of the ear strap 11 maintaining the original progression up to the insert 12. The cable 14 to a connecting point extends within the ear strap, i.e., the tension of the entire unit is alleviated when it is worn and no interfering effect upon the front side of the face results.

The cable 14 preferably extends helically such that it is able to extend between various differences between the ear and the connection point without causing interferences.

Figure 4 shows a unit 12a that only contains a reproducing capsule, with this design of the ear strap 11 corresponding to the embodiment described previously with reference to Figure 3.

Naturally, the microphone 1-10 according to the invention may also be integrated into any other reproducing/recording or recording unit. This pertains, in particular, to reproducing/recording units that pick up voiced sounds at the throat.

#### Claims

1. Microphone which responds to structure-borne sound, with said microphone essentially consisting of a microphone capsule, a sound pick-up on the side of the body and a transmitter

that is connected in series to this sound pick-up and operates with or without an amplifier/impedance transformer, and a plate as well as a piezoelectric resonator integrated therein, with the sound pick-up on the side of the body being functionally connected to the plate and the piezoelectric resonator integrated therein, and with the plate being directly or indirectly connected to the microphone capsule at various discrete locations and containing recesses near the connecting points, characterized by the fact that the connection between the plate (6) in the microphone capsule (1) consists of a three-point anchoring, the three fixing points (6a, 6b, 6c) of which form the corners of an equilateral triangle, with at least one recess (6d, 6e, 6f) in the plate respectively being assigned to each of these three fixing points.

2. Microphone which responds to structure-borne sound, essentially consisting of a microphone capsule, a sound pick-up on the side of the body and a transmitter that is connected in series to this sound pick-up and consists of a plate as well as an induction element mounted thereon, with the sound pick-up being functionally connected to the plate and the induction element mounted thereon, and with the plate being connected to the microphone capsule, characterized by the fact that the connection between the plate (6) and the microphone capsule (1) consists of a three-point anchoring, the three fixing points (6a, 6b, 6c) of which form the corners of an equilateral triangle, with at least one recess (6d, 6e, 6f) in the plate being respectively assigned to each of these three fixing points.

3. Microphone according to Claim 1, characterized by the fact that the centers of gravity of the plate (6) and the piezoelectric resonator (7) coincide with one another.

4. Microphone according to Claim 1, 2 or 3, characterized by the fact that the sound pick-up (5) on the side of the body directly acts upon the center of gravity of the plate (6) via a pin (5a).

5. Microphone according to Claim 1 or 2, characterized by the fact that the plate (6) consists of a bronze alloy.

6. Microphone according to Claim 1 or 2, characterized by the fact that the recesses (6d, 6e, 6f) respectively have the same progression with reference to the respectively assigned fixing points (6a, 6b, 6c).

7. Microphone according to Claim 1 or 2, characterized by the fact that the recesses (6d, 6e, 6f) contain at least one angled section which is directed toward the center of the plate (6) as their distance from the edges of the plate (6) increases.

8. Utilization of microphones according to one of Claims 1-7 in reproducing/recording units or recording units, in which the pick-up of voiced sounds takes place within the region of the throat and/or another location of the body that is made for picking up voiced sounds.

08/18/00 FRI 14:14 FAX

002

German Patent No. 41 90 521 C1

---

Translated from German by the Ralph McElroy Translation Company  
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**